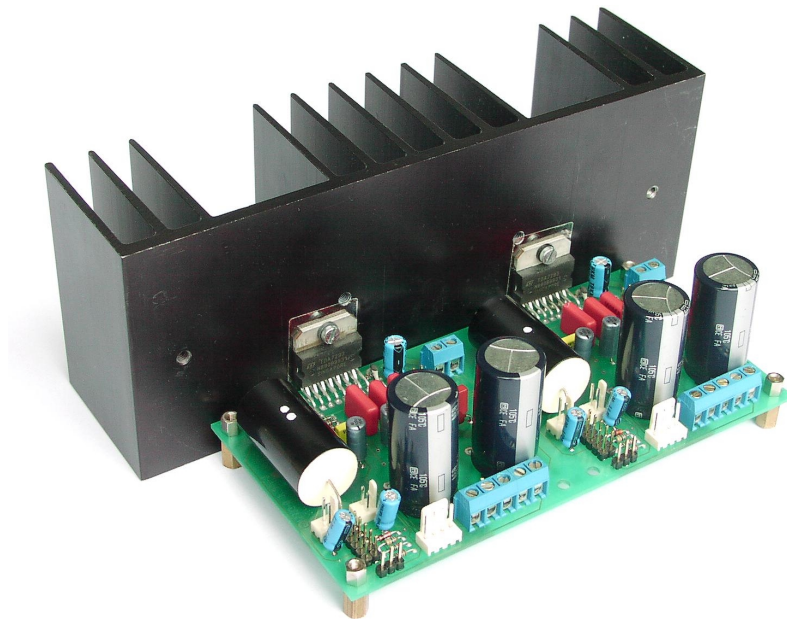


Endstufe 100

Datenblatt

Aufbau- und
Bedienungsanleitung



Bitte vor Aufbau und Inbetriebnahme des Bausteins dieses Dokument aufmerksam lesen!

Inhalt

Endstufe 100

Highlights und Einsatz	3
Technische Daten	3
Schalt- und Leiterplattenbild	5
Bauteile-Liste	6
Schaltung	7
Einsatz	7
Parallelbetrieb	8
Brückenbetrieb	9
Bauteile-Auswahl	9
Bestückung	10
Kühlung und Montage	11
Stromversorgung	12
Verdrahtung	15
Test und Inbetriebnahme	16
Anhang	17
Informationen zur Produkthaftung	17
Literatur	17
Kontakt	16

Titelbild:

Endstufe 100 im Doppelpack für BiAmping

© 2000, 2001 by UB Elektronik Ulrich Böhmke, D-37120 Bovenden
Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieser Dokumentation darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder einem anderen Verfahren) ohne unsere schriftliche Genehmigung reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.
Trotz aller Sorgfalt bei der Erstellung dieser Unterlagen alle Angaben ohne Gewähr.
Änderungen ohne vorherige Ankündigung vorbehalten.

Dokumentation: Rev. 3.01
Doku\datenblätter-original\100-301.pub
18.11.2001
PCB 1107-2: a110-111.t2001

Highlights

- ☞ Schnelle Treiber- u. Ausgangsstufen in MOSFET-Technik.
- ☞ Parallelschaltung mehrerer Module möglich zwecks Leistungserhöhung an niederohmiger Last.
- ☞ Brückenschaltung jetzt auch an 4 Ohm.
- ☞ Intelligente Schutzschaltung mit Temperaturschutz und Knackunterdrückung ohne Ausgangsrelais!
- ☞ KP-Eingangskondensator (optional: Zinnfolie)

Einsatz

- ☞ Monoblöcke
- ☞ Bi-Amping, Aktiv-Lautsprecher
- ☞ Kompakte Vollverstärker, Design-Anlagen, High-End-TV und Surround

Technische Daten

Absolute Grenzwerte

Dürfen auch kurzfristig nicht überschritten werden!

Betriebsspannung: $\pm 50 \text{ V}$

Eingangsspannung: $28 \text{ V}_{\text{eff}}$

Betriebstemperatur: $0 \dots 70 \text{ }^{\circ}\text{C}$

PCB- Daten

Maße (B x H x T): $75 \times 35 \times 75 \text{ mm}$.

Doppelseitig, durchkontaktiert, **2 x 70 μm Cu-Auflage**. Leistung führende Leitungen haben 140 μm Gesamt-Kupferstärke!

Der IC sitzt mittig auf der Platine, das Loch für die Kühlkörperbefestigung befindet sich 18 mm über der Platinenoberkante.



Beachten Sie bitte die Vorschriften zur Behandlung ESD – empfindlicher Bauteile!
ESD = electrostatic discharge (elektrostatische Entladung)



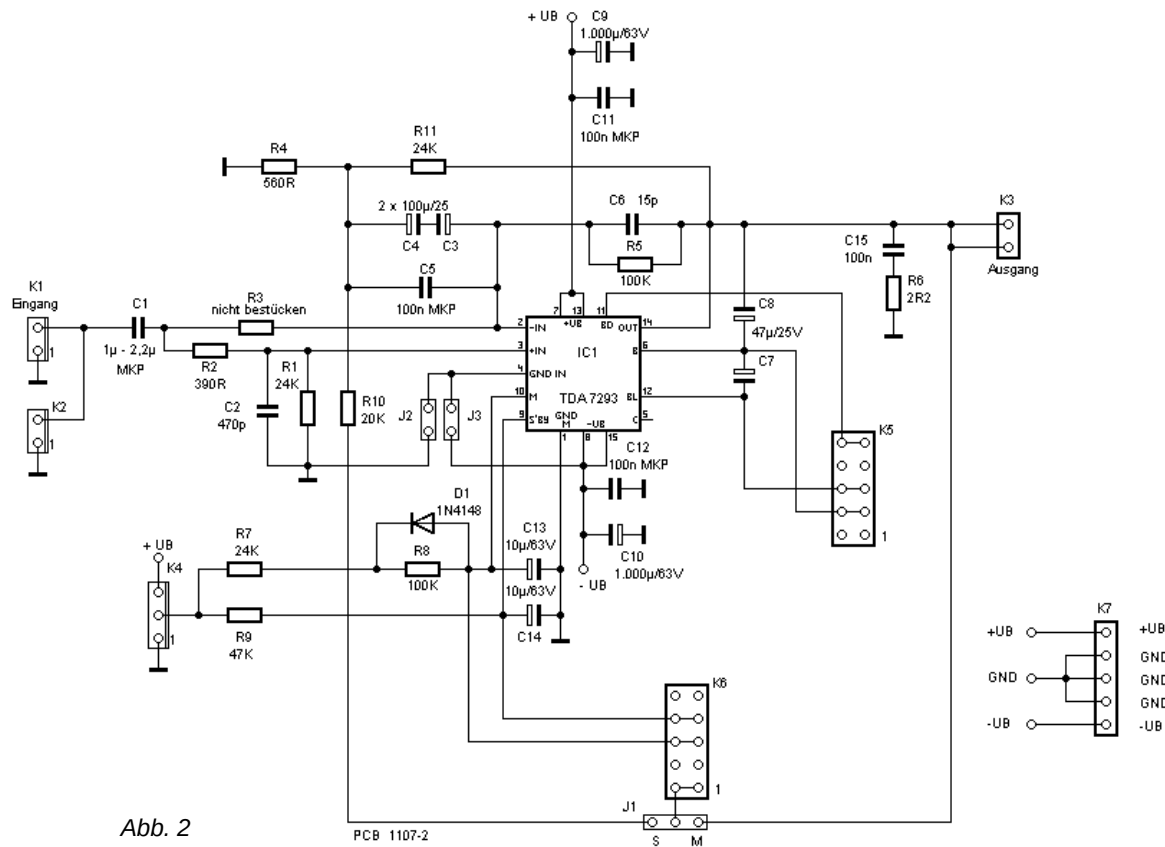
Kenndaten

typische Werte für UB = $\pm 40V$, $R_L=8\ \Omega$, $T = 25\ ^\circ C$, wenn nichts anderes angegeben

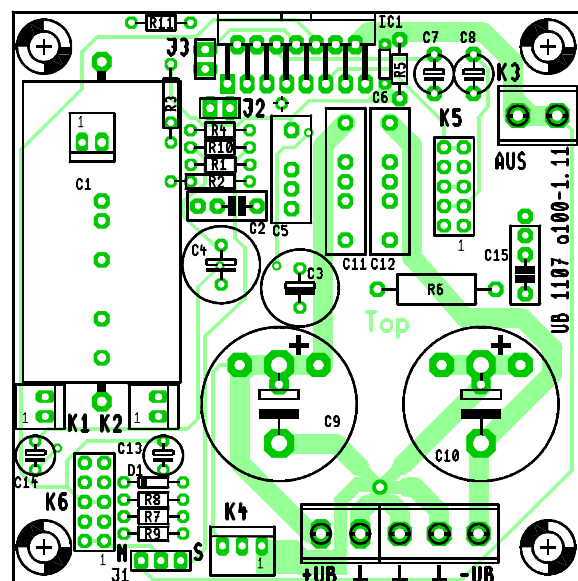
Parameter	Bedingung		Einheit
Ausgangsleistung	0,1 % Klirr, 4 Ω , $\pm 29V$	80	W
	8 Ω , $\pm 45V$	110	W
Parallelschaltung	0,1 % Klirr, 2 Ω , $\pm 27V$	110	W
	0,1 % Klirr, 4 Ω , $\pm 40V$	125	W
Slew Rate		15	V/ μs
Frequenzgang	- 3dB, $C_1 = 1,5\mu F$	5,5 - 240.000	Hz
Klirrfaktor	5W, $R_L = 8\ \Omega$, $f = 1\ KHz$	0,005	%
Fremdspannungsabstand		> 90	dBV
Eingangsempfindlichkeit	100 W, 8 Ω	800	mV
Ausgangsoffset		15	mV
Eingangsimpedanz		> 20	K Ω
Dämpfungsfaktor	8 Ω , 1 KHz	> 1000	
Ruhestrom		35	mA
Standby-Strom		0,5	mA
Betriebsspannung		$\pm 18 \dots \pm 45$	V
Verlustleistung	$T_{Case} = 70^\circ C$	50	W
Sperrschichttemperatur	max.	150	$^\circ C$
IC-Wärmewiderstand $R_{th,J-C}$		1,5	$^\circ C/W$
Wärmewiderstand R_{th}	Silikonfolie WB	0,38	$^\circ C/W$

Schalt- und Leiterplattenbild

Grundsaltung



Leiterplatte



Bauteile Standardbestückung

Nicht aufgeführte Bauteile (wie R3 und C8) nicht bestücken!

Bezeichnung	Stk.	Bauteil - Standard	Bauteil - Alternativen, Bemerkungen	Bauteil - HighEnd
C1	1	1,5µF Folien-Kondensator z.B. SIE-MENS MKP oder I.T. MKP Q4	1µ–2,2 µ, Radial RM 7,5/10/15/22,5/27,5 Axial bis 21 x 39 mm (Durchmesser x Länge)	Mundorf M-CAP ZN
C11,12	2	100nF Folie, z.B. WIMA MKS-3	ab 100n RM5-RM15, B bis 5mm	WIMA MKP-4 (10)
C13,14	2	10µF 63V Elko		
C15	1	100nF Folie, z.B. WIMA MKS-3	100nF, RM5, RM7,5, B bis 4,5 mm, nicht keramisch!	
C2	1	470pF Folie, z.B. WIMA FKS-2	RM5, RM7,5, B bis 4,5mm	WIMA FKP-2
C3,4	2	100µF 25V Elko	105°C-Typen, niedr. Impedanz, D bis 10mm	Elna o.ä.
C5	1	100nF Folie, z.B. WIMA MKS-3	ab 100n RM5-RM10, B bis 5mm	WIMA MKP-4
C6	1	15pF Kerko RM5		
C7	1	47µF 25V Elko		
C9,10	2	1000µF 63V Elko	≥ 1000µF, bei Trafo < 2x27V sind 50V-Elkos erlaubt, D bis 25mm, bei großen Schraubklemmen bis 22mm, Qualität vor Kapazität !!!	Elna o.ä.
D1	1	1N4148		
IC1	1	TDA 7293		
J1-3	1	Stiftleiste 1x10-pol. gerade	trennen in 1 Stk. 3-pol. und 2 Stl. 2-pol.	
K1,2	2	Federstecker gerade 2-pol.		
K4	1	Federstecker gerade 3-pol.		
K5,6	2	Stiftleiste 2x5-pol. gerade		
R1,7,11	3	24K MRS-16T		
R2	1	390R MRS-16T	330 - 470R	Dale CMF-55
R4	1	560R MRS-16T		
R5,8	2	100K MRS 16T		
R6	1	2,2R 2W PR02		
R9	1	47K MRS-16T	Wert unkritisch, wenn zwischen 39K - 56K	
R10	1	20K MRS-16T		
	4	Jumper m. Lasche		
	2	Buchsenkplg. 2-pol.	für K1,2	
	1	Buchsenkplg. 3-pol.	für K4	
	10	Crimp-Kontakte	für die Buchsenkupplungen	
	2	Pfostensteckverb. 10-pol.	für K5,6	
	2	Schraubklemme 2-pol. RM5		
	1	Schraubklemme 3-pol. RM5		
	1	Isoliernippel		
	1	Glasfaserverstärkte Silikonfolie	Besser: Kapton	

Bauteile Ausführung „P“

Nur als **zusätzlicher** Parallel-Baustein einsetzbar!!

Alle hier nicht aufgeführten Bauteile auf der Platine nicht bestücken!

Bezeichnung	Stk.	Bauteil - Standard	Bauteil - Alternativen, Bemerkungen	Bauteil - HighEnd
C11,12	2	100nF Folie, z.B. WIMA MKS-3	ab 100n RM5-RM15, B bis 5mm	WIMA MKP-4 (10)
C7	1	47µF 25V Elko	105°-Typen, D bis 5mm	Elna
C9,10	2	1000µF 63V Elko	≥ 1000µF, bei Trafo < 2x27V sind 50V-Elkos erlaubt , D bis 25mm, bei großen Schraubklemmen bis 22mm, Qualität vor Kapazität !!!	Elna
R1,4, C5	3	Drahtbrücken		
IC1	1	TDA 7293		
J1-3	1	Stiftleiste 1x10-pol. gerade	trennen in 1 Stk. 3-pol. und 2 Stk. 2-pol.	
K5,6	2	Stiftleiste 2x5-pol. gerade		
	2	Pfostensteckverb. 10-pol.	für K5,6	
	2	Schraubklemme 2-pol. RM5		
	1	Schraubklemme 3-pol. RM5		
	1	Isoliernippel		
	1	Glasfaserverstärkte Silikonfolie		

Schaltung

Die *Endstufe 100* ist um den TDA 7293 herum aufgebaut - einem speziell für Audio-Anwendungen konzipierten monolithisch integrierten Leistungs-IC der neuesten Generation. Gegenüber seinem Vorgänger, dem TDA 7294, ist er leistungsfähiger und vielseitiger einsetzbar.

Neben guten meßtechnischen und klanglichen Eigenschaften zeichnet sich der IC durch hohe Betriebssicherheit aus: die Ruhestromstabilität ist vorbildlich, der Ausgang ist kurzschlußfest, gegen Überhitzung hilft die integrierte Übertemperatur-Abschaltung. All diese Merkmale und eine Schaltknacksunterdrückung vermeiden den Einsatz eines Relais im Ausgang.

Der Verstärker ist wechsellspannungsgekoppelt. So können am Ausgang keine für den angeschlossenen Lautsprecher gefährlichen Gleichspannungen anliegen. Die Ansteuerung der *Endstufe 100* sollte niederohmig erfolgen ($R_i \leq 2 \text{ KOhm}$).

Einsatz

Das Modul *Endstufe 100* eignet sich wegen seiner geringen Abmessungen hervorragend zum Aufbau vielseitiger und umfangreicher Systeme.

Dem knackfreien Ein- und Ausschalten dient K4. An ihn kann z. B. ein NF-Detektor angeschlossen werden, der die Endstufe(n) bei Eintreffen eines Musiksignals schaltet. Wie in Abb 4 dargestellt, kann aber auch ein Schalter an K4 gelegt werden, mit dem die Endstufe manuell geschaltet wird. In beiden Fällen bleibt der Verstärker auch im ausgeschalteten Modus am Netz. Pro *Endstufe 100* fließt dabei ein Standby-Strom von max. 0,5 mA.

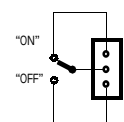


Abb. 4

Soll die Endstufe einfach mit dem Netzschalter ein-/ausgeschaltet werden, wird ein Jumper über K4/Pin 2 und Pin 3 gesteckt (Pins nicht verwechseln!!!).

Wenn mehrere *Endstufe 100* an einer *gemeinsamen* Betriebsspannung laufen, wie in den folgenden Beispielen beschrieben, wird nur *ein* K4 auf *eine* der drei beschriebenen Arten beschaltet und alle Endstufen werden mit einer 10-adrigen Leitung über die Steckverbinder K6 verbunden.

ACHTUNG!

Wenn mehrere Endstufen über K5 oder K6 miteinander verbunden sind, **müssen** alle Endstufen von **einer** Stromversorgung gespeist werden!

Besonders flexibel ist ein mit mehreren *Endstufen 100* aufgebautes System durch die Fähigkeit, Module zur Erhöhung der Leistungsabgabe parallel (4 Ohm) oder gebrückt (8 Ohm) zu betreiben.

Es stellt sich bei den „Klimmzügen“ Parallel- und Brückenschaltung allerdings die Frage, ob es (nicht nur aus Kostengründen) sinnvoller ist, eine Endstufe einzusetzen, die diesen Anforderungen von vornherein gerecht wird, z.B. den *Millenium Amp* von LC Audio, deutscher Vertrieb über Dr. Feickert GbR oder SCHURO Elektronik. Denn die besten meßtechnischen und klanglichen Eigenschaften weist, zumindest im Mittelhochtonbereich, ein einzelner TDA 7293 auf!

Monoendstufe

Im einfachsten Fall werden ein Modul *Endstufe 100* und eine Stromversorgung in ein Gehäuse gebaut — fertig ist der Monoblock!

Stereoendstufe/Vollverstärker

Zwei Module und eine Stromversorgung ergeben eine Stereoendstufe. Durch Zugabe einer Vorverstärkerplatine wird daraus ein Vollverstärker.

Bei Verwendung einer gemeinsamen Stromversorgung wird nur ein K4 beschaltet. Beide Module werden mit einer 10-adrigen Leitung über die Steckverbinder K6 verbunden. Bei getrennten Versorgungen für die beiden Kanäle entfällt die Verbindung der beiden K6, statt dessen muß jeder K4 auf eine der drei oben beschriebenen Arten beschaltet werden.

BiAmping

Eine Stereo-Endstufe läßt sich schnell in eine BiAmping-Endstufe verwandeln: nur einen Eingang verwenden und K2 der ersten *Endstufe 100* mit K1 der zweiten verbinden; nur eine Stromversorgung verwenden und nur einen K4 beschalten! Beide Module werden mit einer 10-adrigen Leitung über die Steckverbinder K6 verbunden. Mit einem weiteren Modul läßt sich der Aufbau zum TriAmping für 3-Wege-Lautsprecher erweitern.

Für Stereo müssen natürlich zwei solcher Einheiten aufgebaut werden, am besten mit getrennten Stromversorgungen für den linken und den rechten Kanal.

Surround

Die geringen Abmessungen erlauben den Aufbau sehr hochwertiger Mehrkanal-Verstärker in dennoch kompakten Gehäusen. Für die Ansteuerung leistungshungriger Subwoofer bieten sich Parallel- oder Brückenschaltung an. Für die Belegung der Steckverbinder K4 und K6 gilt das oben gesagte.

Aktivboxen

Auch hier kommen besonders die geringen Abmessungen zum Tragen, in schlanken Gehäusen (ab 8 cm Innenbreite können viele Module übereinander montiert werden.

Parallelbetrieb

Beim *einzelnen* TDA 7293 darf die Lastimpedanz 4 Ohm nicht unterschreiten. Gegen eine extrem niederohmige und sehr komplexe Last, wie z.B. wie die Infinity Kappa (mit einem Impedanzminimum von 0,7 Ohm), hilft dann nicht einmal mehr die Schutzschaltung - der IC wird einfach zerstört!

Mit dem TDA 7293 lassen sich aber problemlos mehrere Module parallelschalten. Die Verlustleistung wird dabei auf mehrere Gehäuse verteilt und darf nun insgesamt größer sein, als bei nur einem Modul. Der Innenwiderstand sinkt proportional zur Zahl der eingesetzten Module. Dadurch ergeben sich einige Vorteile, insbesondere an Lasten unterhalb 8 Ohm.

Lasten von 2 Ohm können nun erst sinnvoll getrieben werden. Bei 4 Ohm kann die Betriebsspannung auf 8-Ohm-Niveau angehoben und damit die Ausgangsleistung erhöht werden. Die Brückenschaltung funktioniert nun auch problemlos an 4 Ohm: bei guter Kühlung sind so mit 4 Modulen bis 300 W möglich!

Für die Parallelschaltung von Modulen wird eine *Endstufe 100* und eine (oder mehrere) weitere *Endstufe(n) 100 P* benötigt. Auf *Endstufe 100 P* sind die nicht benötigten Bauteile (Eingangsschaltung, Gegenkopplung, Mute und Standby) nicht bestückt. Entgegen den normalen Modulen, auf denen Jumper J 2 gesetzt ist, wird in der parallel geschalteten *Endstufe 100 P* Jumper J 3 gesetzt! Mit einer 10-adrigen Leitung werden die beteiligten Module über die Steckverbinder K5 miteinander verbunden.

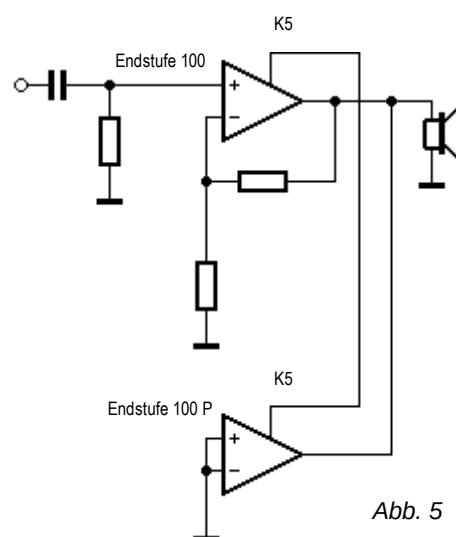


Abb. 5

Brückenbetrieb

Der Brückenbetrieb bietet sich dort an, wo wirklich hohe Leistung benötigt wird: bei der Beschallung großer Räume mit großen Lautstärken, für Subwoofer, für sehr wirkungsgradschwache Lautsprecher.

Im Brückenbetrieb liefern zwei *Endstufe 100* bei einer Betriebsspannung von ± 29 V eine Ausgangsleistung von bis zu 150 Watt an 8 Ohm (Abb. 6).

Bei 4 Ohm muß jeder *Endstufe 100* min. eine *Endstufe 100 P* parallelgeschaltet werden, wie im vorherigen Abschnitt beschrieben. So entsteht eine „Superbrücke“ (Abb. 7) mit bis zu 300 W Ausgangsleistung!

Bei der normalen Brücke halbiert sich zwar der Dämpfungsfaktor, beim Einsatz der „Superbrücke“ entspricht er jedoch wieder dem Wert, den ein einzelnes Modul aufweist.

Bei der Brückenschaltung werden die beiden Steckverbinder K6 miteinander verbunden. Der Eingang des „Master“-Moduls wird wie üblich als Eingang genutzt, der Eingang des zweiten „Slave“-Moduls wird auf Masse gelegt: einfach einen Jumper auf K1 setzen! Weiterhin wird auf dem Mastermodul ein Jumper auf J1 / „M“ gesetzt, auf dem Slave-Modul auf J1 / „S“.

ACHTUNG!

Im Normalbetrieb ohne Brückung darf Jumper J1 nicht gesetzt sein!!!

Bei beiden Brückenvarianten werden alle Module über die Steckverbinder K6 miteinander verbunden. Das Ein- und Ausschalten erfolgt dann an nur einem K4 wie im Kapitel *Einsatz* beschrieben.

Bauteile

Die *Endstufe 100* reagiert empfindlich auf die Qualität einiger passiver Bauteile. Besonders die Qualität des Eingangskondensators (C1), sowie der Stütz-Kondensatoren (C9 - C12), aber auch der Gegenkopplungskondensatoren C3—C5 muß beachtet werden.

Komplette Bauteilesätze gibt es bei SCHURO Elektronik in zwei Qualitätsstufen. Die **Standard-Ausführung** enthält sehr gute, unter Preis-/Leistungsgesichtspunkten optimierte Bauteile. Die *High End-Ausführung* enthält noch bessere Teile, ist aber entsprechend kostspieliger.

Auch an Freunde des TDA 7294 wurde beim Entwurf der Leiterplatte gedacht! Bitte beim TDA 7294 beachten: Die maximale Betriebsspannung darf nicht höher sein, als ± 40 Volt. Als Bootstrappingkondensator muß C8 bestückt werden, C7 darf nicht bestückt werden! Die *erweiterten* Möglichkeiten des TDA 7293 (z.B. Parallelschaltung) stehen *nicht* zur Verfügung.

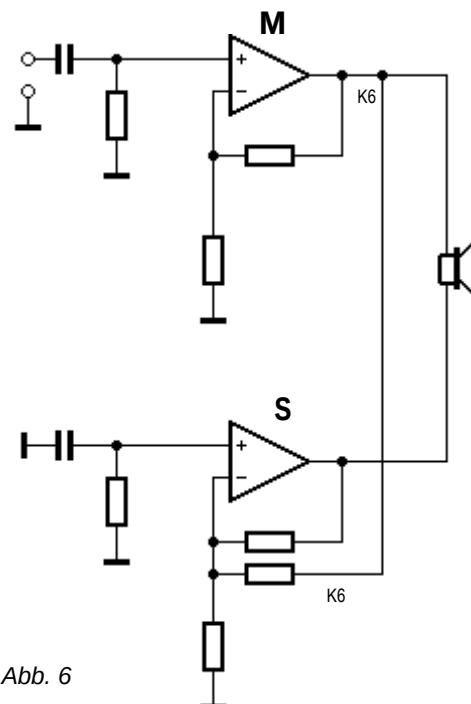


Abb. 6

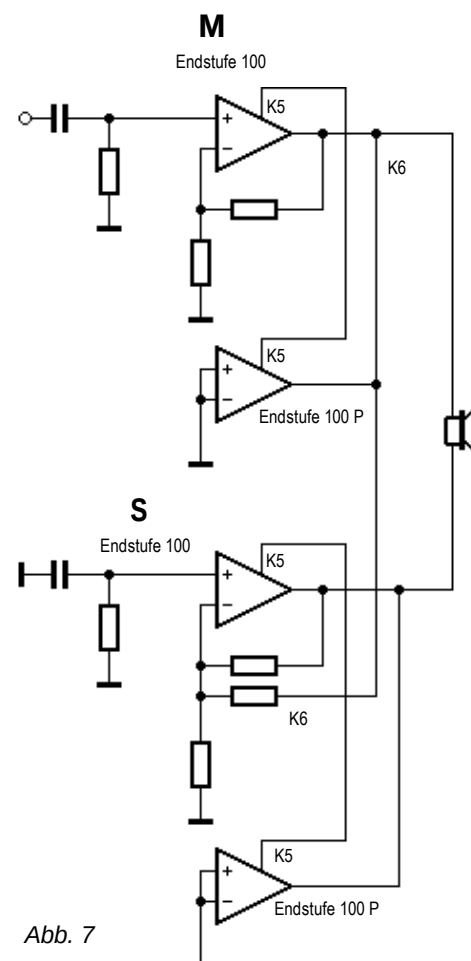


Abb. 7

Bestückung

Bei paarweiser Bestellung der Leerplatine oder des Bausatzes hängen immer zwei Platinen zusammen, das erleichtert die Montage. Wenn dies nicht gewünscht ist (weil die Verstärker z. B. übereinander montiert werden sollen), einfach in der Mitte durchbrechen und die übrig gebliebenen Nasen abfeilen.

Benutzen Sie einen kräftigen Lötkolben mit feiner Spitze, am besten eine Lötstation, bei der Sie die Temperatur einstellen können (ca. 400°C für kurze Lötzeiten und gute Lötstellen). 2 x 70µ Kupfer sind schwierig zu löten - sie leiten nicht nur den Strom gut, sondern auch die Lötwärme viel zu schnell ab!!

Bei der Parallelschaltung wird die Hauptplatine komplett bestückt, die parallel geschaltete(n) Platine(n) jedoch nur teilbestückt, siehe auch Bauteileliste auf Seite 7.

Nun können die Bestückungsarbeiten beginnen. Alle Bauteile außer IC und der großen Elkos werden in der Reihenfolge von der niedrigsten Bauhöhe zur höchsten nacheinander eingelötet. Polung der Elkos und der Diode beachten!

Der IC sollte als vorletztes Teil eingebaut werden. Dabei zuerst nur die äußersten Pins anlöten und dann den IC so ausrichten, daß er wirklich senkrecht zum Kühlkörper steht!

Zum Schluß werden die beiden großen Elkos C9 und C10 eingebaut. Wenn Sie als Schraubklemmen für die Betriebsspannung die in der Bauteileliste empfohlenen Typen Lumberg KRAZ oder PTR ARK700 einsetzen, dürfen diese Elkos einen Durchmesser von max. 22mm aufweisen!

Bitte arbeiten Sie sehr sorgfältig! Falsch eingebaute Bauteile lassen sich aus einer doppelseitigen Platine mit 70µ Kupfer nur sehr schwer wieder auslöten. *Dies gilt insbesondere für den 15-poligen IC!*

Zum Schluß muß das Modul noch „programmiert“ werden:

Normalbetrieb	Unter den Normalbetrieb fallen alle Anwendungen, in denen ein Verstärker aus einer Einzel-Endstufe aufgebaut ist, also weder in Brückenschaltung noch im Parallelbetrieb läuft.	
	JP2 gesetzt JP3 offen JP1 offen Wenn mehrere Verstärker über eine Stromversorgung betrieben werden: K6 aller Verstärker über ein 10-adriges Flachbandkabel verbinden (alle Adern 1:1 durchverbunden).	
Brückenbetrieb	MASTER	JP2 gesetzt JP3 offen JP1 auf „M“ gesetzt K1 Signal-Eingang
	SLAVE	JP2 gesetzt JP3 offen JP1 auf „S“ gesetzt K1 Brücke K6 beider Verstärker über ein 10-adriges Flachbandkabel verbinden (alle Adern 1:1 durchverbunden).
Parallelbetrieb	MASTER	JP2 gesetzt JP3 offen JP1 offen K1 Signal-Eingang
	SLAVE	JP2 offen JP3 gesetzt JP1 offen für R1, R4, C5 Drahtbrücken setzen K5, K6 beider Verstärker über je ein 10-adriges Flachbandkabel (alle Adern 1:1 durchverbunden) verbinden. K3 beider Verstärker mit min. 1 qmm Leitung verbinden.

Kühlung und Montage

Neben Leistung produziert ein Verstärker auch Verlustleistung in Form von Wärme. Sie muß vom Gehäuse abgeführt werden muß, um den Baustein nicht zu zerstören. Der Wirkungsgrad des TDA 7294 ist zwar recht hoch, jedoch ist das Gehäuse für bis zu 50 W Verlustleistung auch sehr klein.

Im Lieferumfang ist kein Kühlkörper vorgesehen, weil dieser je nach Einsatz in verschiedenen Anwendungen sehr unterschiedlich ausfallen kann. Die für die Berechnung nötige Daten sind auf S. 2 zu finden! Bewährt sind dickwandige Profile (> 10 mm), wie z.B Fischer SK 47.

Ein Kühlkörper-Vorschlag „für alle Fälle“ lautet: $R_{th,K} \leq 0,7 \text{ C/W}$ (für zwei IC, bei $\pm 29\text{V}$ mit $R_L = 4 \text{ Ohm}$ bei einer Umgebungstemperatur von 35°C betrieben, senkrechter Einbau eines schwarzen Kühlkörpers unter Verwendung von Glimmerscheibe und Wärmeleitpaste).

Für die Befestigung am Kühlkörper gibt es zwei Möglichkeiten.

1. Der IC wird mittels Schraube und der Befestigungslasche des IC am Kühlkörper befestigt. Da das Gehäuse des IC ist nicht potentialfrei ist, muß es gegen den Kühlkörper isoliert werden. Eine Glimmerscheibe (Größe TO-218) ist preiswert, muß aber beidseitig mit Wärmeleitpaste versehen werden. Teurer, aber ohne Wärmeleitpaste zu montieren, ist glasfaserverstärkte Silikonfolie, z. B. Fischer WB - keinesfalls Standard-Silikonfolie einsetzen, diese hat eine zu schlechte Wärmeleitung! Zur korrekten Isolierung gehört ferner ein passender Isoliernippel für die Befestigungsschraube (Inbus M3). Isolierscheibe und -nippel sind im Lieferumfang enthalten.

2. Das IC muß für die optimale Abführung der Verlustleistung (immerhin bis fast 50 Watt im worst case!) absolut plan auf dem Kühlkörper liegen. Dies ist mit der Befestigung mittels einer Schraube über die Befestigungslasche des IC nicht immer gegeben. Besser ist der Einsatz eines Alu-Flachprofils, das über den IC-Kunststoffkörper gelegt und beidseitig des IC mit dem Kühlkörper verschraubt wird. Solch ein Profil kann auch über mehrere Ics gelegt werden. In diesem Fall aber auch Befestigungen zwischen den einzelnen ICs vorsehen!

Das Modul darf nicht *nur* über den IC mit dem Kühlkörper und/oder Gehäuse verbunden sein. Damit keine mechanischen Spannungen entstehen und den IC zerstören können, sollte die eigentliche Befestigung mittels Distanzbolzen (min. 5 mm) über die Befestigungslöcher erfolgen. Bei der Doppelplatine an 6 Stellen befestigen.

Bei Montage in ein Metallgehäuse bitte unbedingt beachten:

- Alle Anschlußbuchsen müssen vollständig isoliert in das Gehäuse eingebaut werden!
- Das Gehäuse muß vorschriftsmäßig geerdet sein!

Stromversorgung

Der Stromversorgung sollte viel Aufmerksamkeit geschenkt werden. Im Stereo-Einsatz sollte für jeden der beiden Kanäle immer ein eigenes komplettes Netzteil aufgebaut werden.

Für die in Abb. 8 dargestellte Schaltung ist eine Leiterplatte 175x100mm mit 140 (!) μm Cu-Auflage lieferbar. Diese Leiterplatte ermöglicht den schnellen Aufbau einer hochwertigen Stromversorgung für bis zu vier Audio-Endstufen. Das universelle Layout ermöglicht den Einsatz vieler verschiedener Bauteil-Typen. Eine „abgespeckte“ Version mit nur 2 Elkos auf 100x100mm mit 70 μm Cu-Auflage ist ab ca. Dezember 2001 lieferbar.

Dioden können in der Bauform TO-220 oder TO-247 eingesetzt werden, axial bedrahtete Typen sind ebenfalls berücksichtigt. Den Dioden können kleine Folienkondensatoren im RM 5 oder 7,5 parallelgeschaltet werden (ca. 22-47nF als MKS oder MKP).

Als Siebelkos bis 45 mm Durchmesser sind u. a. einsetzbar:

- ☞ alle Standard-Typen mit Snap-In-Befestigung in RM 10 (z.B. BCC 056 und 058, BHC „Slitfoils“)
- ☞ BCC 051 (und andere mit der Pinnung dieses Typs)
- ☞ Der höchstwertige Typ ist der T-Net-Capacitor. Allerdings müssen vor der Bestückung der Leiterplatte unter jedem Elko 2 Leiterbahnen unterbrochen werden. Die im Layout mit dicken Kreisen umrahmten Löcher werden mit einem 6,5-mm-Bohrer aufgebohrt.

Zur Elko-Kapazität gehen die Meinungen stark auseinander. Rein elektrotechnisch betrachtet, reichen für einen 100W-Verstärker ca. $2 \times 4.700\mu\text{F}$ aus (viele handelsübliche Vollverstärker sind so aufgebaut!), klanglich ist dies unbefriedigend. Das Motto „viel hilft viel“ ist allerdings auch nicht zielführend - zu hohe Kapazitäten führen meist zu Dynamikverlusten, der Verstärker klingt dann nicht nur ruhiger, sondern meist auch weniger dynamisch. Nach Meinung des Autors sind $2 \times 10.000\mu\text{F}$ das Minimum pro TDA 7293 - mehr als $4 \times 22.000\mu\text{F}$ sind nicht nötig. Die Qualität der Elkos ist wichtiger, als die reine Kapazität. Ideal ist die Bestückung der Netzteilplatine mit $4 \times 10.000\mu\text{F}$ BHC „Slit Foil“.

Parallel zu den Elkos können vier radiale oder axiale Folienkondensatoren (z.B. Mundorf Zinnfolien) eingefügt werden.

Optional können niederohmige Strombegrenzungswiderstände (um 100 Milliohm, Baureihe MPC 71/5W) zwischen Dioden und Elkos eingefügt werden. Dazu müssen die Bohrungen unter diesen Widerständen auf 3 mm aufgebohrt werden. Zusammen mit den Kapazitäten wird eine Filterwirkung und damit eine gute Störunterdrückung erreicht.

Auf die verzinnnten Flächen der Unterseite der Platine kann bei Bedarf Kupferdraht oder –Geflecht aufgelötet werden.

Abb. 8

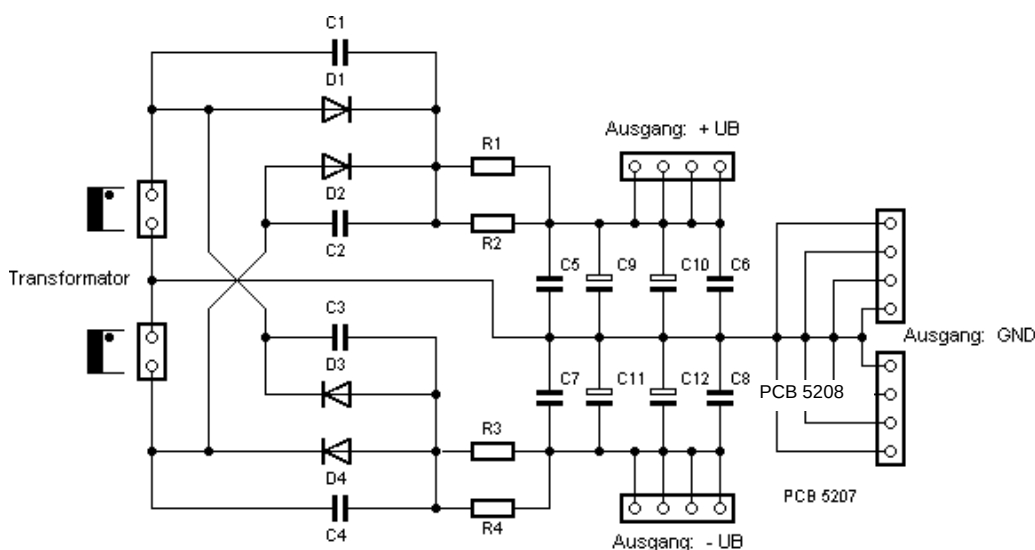
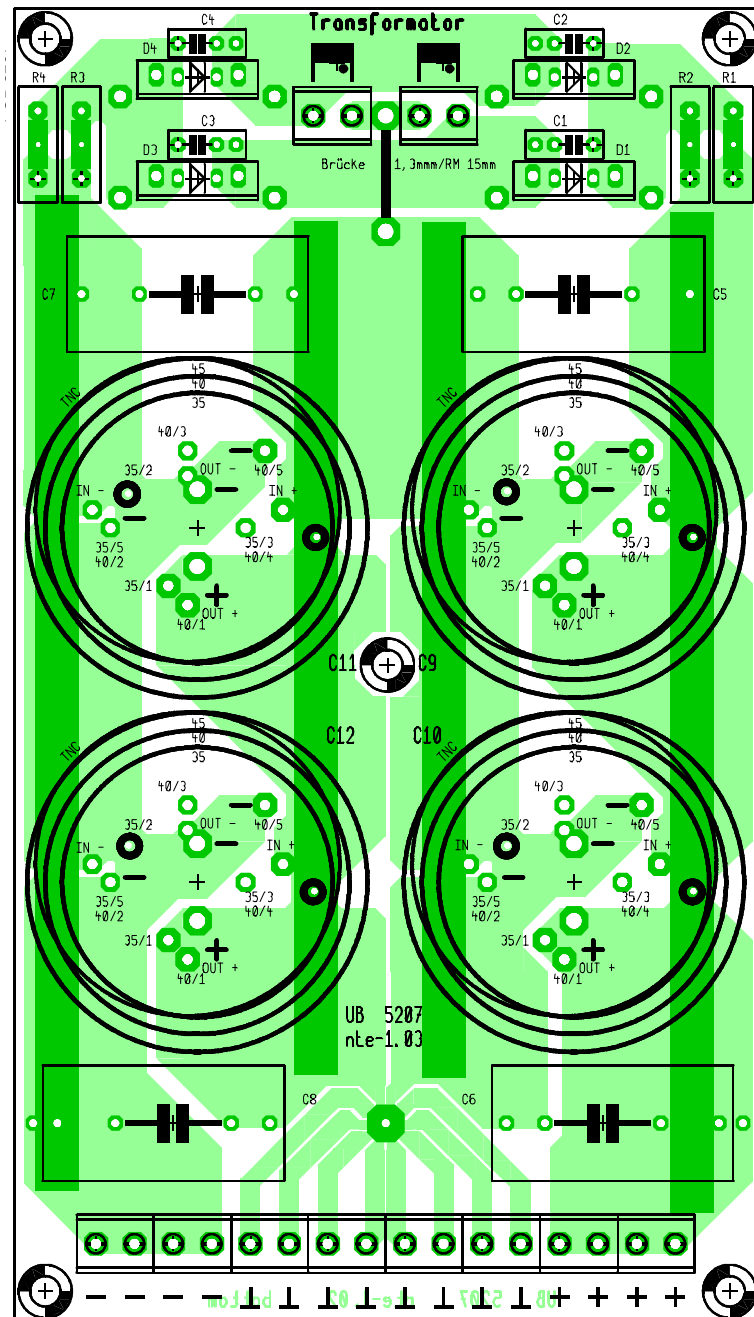


Abb. 9



Transformator

Auch hier gilt, daß vor einer Überdimensionierung die Bauteilqualität steht. Bewährt sind gute Ringkerntrafos, z.B. die vergossene Serie von SCHURO Elektronik.

Mit Hilfe der folgenden Tabellen kann der benötigte Trafo leicht ermittelt werden. Die Werte für die Trafo-Leistung dürfen nach oben großzügig aufgerundet werden, nach unten höchstens um einige Prozent. Die fettgedruckten Zeilen stehen für die bevorzugten (weil für die meisten Anwendungen sinnvollsten) Spannungs-/Leistungslineien.

Bitte beachten Sie, daß die Werte für die **Ausgangsleistung Richtwerte** sind, in Abhängigkeit von Trafoqualität und Netzspannungsschwankungen können sie differieren!

Im Brückenbetrieb könnten die Ausgangsleistungen über eine weitere Erhöhung der Betriebsspannungen noch weiter angehoben werden, sinnvoll ist dies aber nicht. Für Leistungen > 300 W sind andere Verstärkerkonzepte besser geeignet!

Die Absicherung des RK-Trafos erfolgt mit dem 1,5- bis 2-fachen Primär-Nennstrom. Ab ca. 500VA, oder bei Einsatz mehrerer Trafos kann eine Einschaltstrombegrenzung nötig werden.

Normalbetrieb

Ausgangsleistung		Gleichspannung	Elko	Trafospannung	Minimale Trafoleistung pro Modul	
8 Ohm	4 Ohm				8 Ohm	4 Ohm
W	W	V	V	V _{eff}	VA	VA
30	50	± 23	35	2 x 18	45	75
40	65	± 26	40	2 x 20	60	100
50	80	± 29	50	2 x 22	75	120
65	100 ¹⁾	± 33	50	2 x 25	90	150 ³⁾
85	125¹⁾	± 40	63	2 x 30	130	190³⁾
100 ¹⁾	150 ²⁾	± 44	63	2 x 33	150	225 ³⁾
120 ¹⁾	180 ²⁾	± 47	80	2 x 35	180	270 ³⁾

¹⁾ nur mit 2 parallel geschalteten Modulen

²⁾ nur mit 3 parallel geschalteten Modulen

³⁾ für alle Module zusammen

Brückenbetrieb

Ausgangsleistung		Gleichspannung	Elko	Trafospannung	Minimale Trafoleistung pro Brücke ³⁾	
8 Ohm	4 Ohm				8 Ohm	4 Ohm
W	W	V	V	V _{eff}	VA	VA
85	120 ¹⁾	± 20	35	2 x 18	130	180
125	175 ¹⁾	± 26	40	2 x 20	190	260
150	210¹⁾	± 29	50	2 x 22	225	320
180 ¹⁾	250 ²⁾	± 33	50	2 x 25	270	380
220¹⁾	300²⁾	± 40	63	2 x 30	330	450

¹⁾ nur mit 2 x 2 parallel geschalteten Modulen („Superbrücke“)

²⁾ nur mit 2 x 3 parallel geschalteten Modulen („Superbrücke“)

³⁾ bei „Superbrücken“ für alle Module zusammen

Verdrahtung

Konfektionieren Sie nun die Anschlußleitungen.

1. Für den Leistungsteil werden auf der Platine Schraubklemmen im Rastermaß 5 eingesetzt. Die Belegung der Klemmen ist auf die Platine aufgedruckt, falls durch besonders große Klemmen verdeckt, siehe PCB-Layout S.5! Die Verdrahtung erfolgt im Leistungsteil mit isolierten feindrähtigen Litzen von 1 - 2,5 mm². Auf die abisolierten Enden der Litzen werden passende Aderendhülsen gecrimpt. Am besten geeignet sind die billigen nicht isolierten Typen aus verzinn-tem Kupfer!

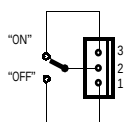
Achtung! Die Schraubklemme K3 „Ausgang“ führt auf **beiden** Klemmen das Ausgangssignal für den Lautsprecher. Eine Klemme dient dem Anschluß des Lautsprechers, die zweite für die eventuelle Parallelschaltung einer weiteren (oder mehrerer) *Endstufe 100*. Die Lautsprecher-Masse-Leitung muß an eine der Betriebsspannungs-Masse-Klemmen angeschlossen werden, entweder auf der *Endstufe 100*-Platine, oder auf der Netzteilplatine.

An alle Klemmen nur isolierte Leitungen anschließen!!!

2. Für die Zuführung des Audio-Signals (K1,2) und die Standby-/Muting-Steuerung (K4) werden verpolungssichere Steckverbinder (Stifte) im RM 2,54 eingesetzt. Dem Komplettbausatz liegen die zugehörigen Gegenstücke (Buchsengehäuse) für die Konfektionierung bei. Die Pinbelegungen:

K4: Muting/Standby

K1, K2: NF-Eingang



Die Anschlüsse K1 und K2 sind auf der Platine parallelgeschaltet, weil für manche Konstellation das Durchschleifen des Audio-Signals erwünscht ist. Die Leitung kann entweder aus verdrehten isolierten Einzellitzen bestehen, oder aus einer abgeschirmten zweiadrigen Leitung bestehen. Masse liegt jeweils auf Pin 1.

Dem knackfreien Ein- und Ausschalten dient K4. An ihn kann z. B. ein NF-Detektor angeschlossen werden, der die Endstufe(n) bei Eintreffen eines Musikssignals schaltet (Plus an Pin 2 schaltet ein, Masse an Pin 2 schaltet aus). Es kann aber auch zwischen Pin 1, 2 und 3 ein Schalter gelegt werden, mit dem die Endstufe manuell geschaltet wird (s. Abb. oben). In beiden Fällen bleibt der Verstärker auch im „ausgeschalteten“ Modus am Netz. Pro *Endstufe 100* fließt dabei ein Standby-Strom von max. 0,5 mA. Soll die Endstufe einfach mit dem Netzschalter ein-/ausgeschaltet werden, wird ein Jumper über K4/Pin 2 und Pin 3 gesteckt (Pins nicht verwechseln!!!).

Verpolungen und Kurzschlüsse sind unbedingt zu vermeiden, sie können zur **Zerstörung von IC und Platine** führen! Obacht auch beim Messen und Testen!

Für die Anschlußleitung benutzen Sie drei Adern isolierter Litze mit ca. 0,14 mm².

3. Wenn mehrere *Endstufe 100* an einer *gemeinsamen* Betriebsspannung laufen (dies kann der Fall sein z.B. beim Bi-Amping, Aktivbetrieb, Parallelschaltung, Brückenschaltung), wird K4 nur auf *einer* Platine auf eine der drei oben beschriebenen Arten beschaltet und alle Endstufen werden mit einer 10-adrigen Leitung über die Steckverbinder K6 verbunden.

K5 dient der Parallelschaltung mehrerer Module. Das für K5 und K6 nötige Flachbandkabel ist preiswert und gut erhältlich, die zugehörigen Pfostensteckverbinder in Schneid-Klemm-Technik ebenso. Sie werden (am besten mit einer speziellen Presszange) einfach aufgedrückt - dabei darauf achten, daß sie nicht schräg sitzen und die beiden Plastikteile wirklich dicht aufliegen.

ACHTUNG!

Wenn mehrere Endstufen über K5 oder K6 miteinander verbunden sind, **müssen alle** Endstufen von **einer** Stromversorgung gespeist werden!

Hinweis

Beachten Sie bitte vor allen Verdrahtungs- oder anderen Arbeiten an der Endstufe oder angeschlossenen Baugruppen:

NETZSPANNUNG KANN TÖDLICH SEIN!

- ☞ **Es darf während der Arbeiten keine Verbindung zum 230 V - Netz bestehen!**
- ☞ **Alle Bausteine müssen spannungsfrei sein, das beinhaltet, daß die Kondensatoren der Stromversorgung entladen sind!**

Diese Hinweise gelten auch für das An- oder Abklemmen von Meßleitungen!

TIP

Entladen Sie Kondensatoren nie durch Kurzschluß! Benutzen Sie dazu einen niederohmigen Hochlast-Widerstand (z. B. 22 Ohm / 10 Watt) für einige Sekunden, bis die Spannung an jedem Kondensator unter ca. 1 Volt gesunken ist!

Test und Inbetriebnahme

Beim Testen und Messen nicht ohne **Berührungsschutz für den 230-V-Bereich** arbeiten und das Gerät an einem **Trenntrafo** ausreichender Leistung betreiben. Wir können es nicht oft genug wiederholen:

Test

Unterziehen Sie die bestückte Platine vor dem Test einer Sichtkontrolle: überprüfen Sie die Qualität der Lötstellen („kalte“ Lötstellen, Risse, Kurzschlüsse...), kontrollieren Sie die richtige Polung von Elkos und Diode, überprüfen Sie alle Bauteile auf die richtigen Werte, insbesondere bei den Widerständen kann sich leicht einmal ein falscher Farbcode einschleichen.

1. Schließen Sie mit einem Jumper den Eingang (K1 oder K2) kurz.
2. Wenn Sie kein Labornetzgerät mit Spannungsanzeige benutzen, schließen Sie Spannungsmeßgeräte (DC 200V-Bereich) zwischen Stromversorgung Plus und Masse, sowie Stromversorgung Minus und Masse.
3. Schließen Sie ein Spannungsmeßgeräte (DC 200V-Bereich) zwischen Ausgang (K3) und Masse
4. Schalten Sie Ihr Labornetzgerät (sollte min. 2,5 A liefern können) ein und stellen Sie es auf $2 \times \pm 25 \text{ V}$. Schalten Sie es nun wieder aus und schließen Sie es dann an die Stromversorgungsklemmen auf der Verstärkerplatine an.
5. Schalten Sie das Labornetzgerät ein. An den Stromversorgungsklemmen sollten jetzt $\pm 25 \text{ V}$ anliegen, am Ausgang 0 V. Der Ruhestrom sollte bei ca. 35 mA liegen. Kontrollieren Sie die Ausgangsgleichspannung im empfindlichsten Bereich des Meßgerätes. Sie sollte normalerweise um 15 mV liegen und darf 100 mV keinesfalls übersteigen.
6. Schalten Sie das Netzteil aus und entfernen Sie den Jumper vom Eingang. Schalten Sie einen NF-Generator ein und stellen Sie sein Ausgangssignal auf Sinus, 1KHz, 100 mV. Schalten Sie ihn aus und schließen Sie ihn an den Eingang des Verstärkers (K1 oder K2). An den Ausgang legen Sie einen Lastwiderstand 80 Ohm/50W. Stellen Sie den Meßbereich des Spannungsmessers am Ausgang auf DC 20V.
7. Schalten Sie den NF-Generator ein. Am Verstärker-Ausgang müssen jetzt 3,5 V angezeigt werden. Wenn Sie glücklicher Besitzer eines Oszilloskops sind, können Sie auch die Kurvenform überprüfen, insbesondere das Rechteckverhalten testen. Die Anstiegszeit bei einer Rechteckspannung mit 30V_{SS} sollte unter 3µs liegen.

Damit ist der Test abgeschlossen. Entsprechen die Meßwerte nicht den angegebenen Größenordnungen, überprüfen Sie bitte die Bestückung Ihrer Platine und die Verdrahtung der angeschlossenen Geräte.

Genauso wie beschrieben, verfahren Sie mit allen weiteren am Projekt beteiligten Endstufen. Testen Sie bitte auch das Netzteil, das Sie verwenden möchten, vor dem Einbau ohne Verstärker auf korrekte Funktion.

Inbetriebnahme

Wenn Verstärker und Netzteil einwandfrei funktionieren, bauen Sie beides **unter Beachtung aller Sicherheitsvorschriften** in das dafür vorgesehene Gehäuse ein. Schließen Sie unbedingt auch alle primärseitig (zwischen Trafo und 230-V-Netz) liegenden Elemente wie Sicherung(en) und Netzschalter an. Der Netzschalter muß auch dann eingebaut werden, wenn Sie die Endstufen über die auf S. 14 (*Verdrahtung*) beschriebene Muting-/Standby-Schaltung schalten! Benutzen Sie für die Verdrahtung im 230V-Bereich nur Leitungen, die für den Betrieb an 230V Wechselspannung zugelassen sind!

Zum Einschalten zuerst den Netzschalter, dann Mute-/Stby-Schalter betätigen, beim Ausschalten umgekehrt!

Ein erster Probelauf sollte nochmals mit NF-Generator, Lastwiderstand und kontrollierenden Meßgeräten erfolgen, erst wenn alles einwandfrei läuft, sollten Sie Quellen, Vorverstärker und Lautsprecher anschließen.

Informationen zur Produkthaftung

Die in dieser Veröffentlichung aufgeführten Waren und Geräte sind nur für den jeweils angegebenen Zweck geeignet und dürfen aus Sicherheitsgründen nicht zu anderen als den angegebenen eingesetzt werden. Beim Einsatz ist insbesondere folgendes zu beachten:

Beim Umgang mit 230-V-Netzspannung und mit am Netz und/oder Batterie betriebenen Produkten müssen die einschlägigen Richtlinien zur Einhaltung der elektromagnetischen Verträglichkeit (89/336/EWG), sowie die Niederspannungsrichtlinie (73/23/EWG) für elektrische/elektronische Betriebsmittel zur Verwendung an einer Nennspannung zwischen 50 V~ und 1000 V ~ bzw. 75 V = und 1500 V = beachtet werden. Der Berührungsschutz (Schutzerdung SK I oder zusätzliche Isolierung zur Basisisolierung SK II) muß sichergestellt sein.

Folgende EN-Normen und VDE-Vorschriften sind zu berücksichtigen:

Elektromagnetische Verträglichkeit: EN 50081-1, EN50082-1,

Niederspannungsrichtlinie: DIN VDE 0100, DIN VDE 0532 (Teil 1 / A1: 1994- 12), DIN VDE 0551: 1995, DIN VDE 0869: 1985, EN 60742, EN 60570-2-1, EN 60335-1, EN 60598.

Alle Geräte und Produkte, die mit externer Spannung, insbesondere mit 230-V-Netzspannung versorgt werden, müssen vor dem Öffnen von der Versorgungsspannung getrennt werden.

Bei Arbeiten an Bauteilen und Bausteinen müssen diese spannungsfrei sein, vorhandene Kondensatoren müssen entladen werden.

Falls nicht anders ausgewiesen, sind die in den Bedienungsanleitungen angegebenen technischen Daten unbedingt einzuhalten, insbesondere:

- der zulässige Einsatztemperaturbereich. Bei fehlender Angabe gilt ein Richtwert von 0 - 40 °C,
- die angegebenen Grenzwerte für Spannung und Strom.

Die Nichteinhaltung der Grenzwerte kann zum Defekt oder zu nicht einwandfreier Funktion der Produkte, bzw. bei Einsatz derselben als Vormaterial oder Halbzeug auch des daraus gefertigten Endproduktes führen. Für entsprechende Ausfälle und eventuelle Folgeschäden übernehmen wir keine Haftung.

Schäden, die durch Eingriffe in Produkte und daraus resultierender Veränderung, sowie unsachgemäßer Behandlung verursacht werden, ebenso wie dadurch entstehende Folgeschäden, sind von der Haftung gleichermaßen ausgeschlossen. Eine Haftung wird nicht übernommen bei Veränderung des Zustandes von Artikeln, durch nicht produktgerechte Lagerung, sonstige Fremdeinwirkungen oder unsachgemäße Benutzung. Eine Haftung wird nicht übernommen bei unsachgemäßem Aufbau von Bausätzen.

Netzanschlußleitungen elektrischer/elektronischer Geräte und Meßleitungen müssen regelmäßig auf Schäden untersucht werden.

Netzanschlußleitungen und Netzsicherungen sind nur vom Fachmann zu wechseln.

Alle Artikel dürfen nur für den angegebenen Zweck verwendet werden. Wenn am Bestimmungszweck der Ware Zweifel bestehen, muß dieser bei einem kompetenten Fachmann oder der technischen Abteilung von SCHURO Elektronik / UB Elektronik geklärt werden.

Bezugsquellen für die oben genannten Vorschriften: s. unten!

Literatur

Informationen zu den oben beschriebenen Vorschriften und Normen:

VDE-Verlag GmbH

oder: VDE-Verlag GmbH

Bismarckstr. 33

Merianstr. 29

10625 Berlin

63069 Offenbach

Tel. 030/348001-0

Tel. 069/840006-0

Fax 030/3417093

Fax 069/840006-55

Kontakt

Entwicklung:

UB Elektronik

Ulrich Böhmke

Vom-Stein-Str.25

37120 Bovenden

Tel. 0 55 93/99 99 47

Fax 0 55 93/87 48

Info@ub-elektronik.de

e-mail: info@ub-elektronik.de

http://www.ub-elektronik.de

Vertrieb:

Schuro Elektronik GmbH

Friedrich-Ebert-Str. 3

34117 Kassel

Tel. 05 61/1 64 15

Fax 05 61/77 03 18

Verkauf@schuro.de

http://www.schuro.de

Anfragen am besten per e-mail !